

# ビッグデータ時代のサプライチェーン革新

水谷禎志／末次浩詩

「ビッグデータ時代」といわれる今日では、サプライチェーンから得られる大量の販売・生産・物流データの高速抽出・高速集計が容易になる。それに最適化技術を加えると、サプライチェーンで収益向上を図るうえでの意思決定の領域が広がる。実際、経営層の関与により、全世界に広がるサプライチェーンに最適化技術が適用され増益に貢献しているグローバル企業が登場している。ビッグデータや最適化技術によって価値を生み出すには、それらを企業経営の意思決定に活用することに、経営層がリーダーシップを発揮することが不可欠である。

## 意思決定を支援する最適化技術

サプライチェーン（供給網）ではさまざまな意思決定が要求される。「来週、店頭にどの商品を陳列するか」といった類の、ごく近い将来に関する意思決定もあれば、「将来の地域別需要見通しを踏まえ、グローバルに広がった工場をどう統廃合するか」といった、中長期の将来に関する意思決定もある。

意思決定のための科学的手法の一つとして、数理モデルを用い、シミュレーションを通じて将来のさまざまな問題への最適解を導き出す「オペレーションズリサーチ」がある。この分野で活用される技術が「最適化技術」で、これをツールにしたものは「最適化ソルバ

ー」（数学的手法を駆使して最適な変数の値を求めるプログラム）と呼ばれる。オペレーションズリサーチの国際学会であるINFORMS (Institute for Operations Research and the Management Sciences) では、最適化技術を実務で高度に活用した企業に対してFranz Edelman (フランツ・エデルマン) 賞を授けている。以下では2009年に受賞したスペインのアパレル企業Inditex (インディテックス) とノルウェーの製紙メーカーNorske Skog (ノルスケ・スコグ) の事例を紹介したい。

## 店舗別・商品別補充量の最適化事例

「ZARA (ザラ)」を展開する

Inditexは、世界的なファストファッション企業の一つである。ファストファッションの特徴は、商品のライフサイクルが5～6週間と短いことである。Inditexは、スペインにある2つの物流倉庫から週に2回、世界各国に展開する1500の店舗に直送するといった俊敏なサプライチェーンを構築していることで知られている。Inditexはこのオペレーションに最適化技術を適用した結果（最適化技術を使わなかった場合と比べて）2007年時点で売り上げが2億3000万ドル増加、利益が2800万ドル増加したと推計されている（INFORMS『Interfaces』2010年1・2月）。

最適化技術を導入する前は、スペインにある物流倉庫から各店舗への商品別・サイズ別補充量は次のように決定されていた。

- ①各店舗のマネージャーが自店舗の補充量を物流倉庫に提示する
- ②物流倉庫の担当者が倉庫の在庫量を考慮したうえで補充量を決定する

補充量の決定には精度と速さが求められるが、そこには以下の3つの課題があった。

1つ目は、各店舗のマネージャーが補充量を決定することがそも

そもそも難しいことである。Inditexでは、販売機会損失を低減し顧客満足度を高めるため、あるアイテムのM・Lサイズが欠品した場合、そのアイテムは店頭からすべて撤去され、代替アイテムが陳列される。この店頭陳列オペレーションにより需要予測が困難になり、精度の高い補充量を決めることが難しくなるのである。

2つ目は、補充量を決めるための時間が短いことである。店舗側では、需要予測の精度を高めるにはなるべく直近の売り上げ実績を見る必要があり、補充量を決めるための時間がどうしても短くなる。物流倉庫側でも、店舗からの要求が到着した後、倉庫の在庫量を考慮しながら数時間以内という短時間で店舗別・商品別・サイズ別の補充量を決定する必要があった。

3つ目は、店舗マネージャーが要求する補充量が需要予測より多く見積もられるケースが多かったことである。これは、店舗マネージャーの業績評価が店舗の売り上げで決まることが背景にある。各店舗マネージャーは、できるだけ多くを販売しようとして、需要予測を上回る補充量を物流倉庫に提示する。その結果、在庫に限りが

ある商品を店舗同士で取り合う状況が発生していた。

店舗をさらに拡大するためには商品補充業務を改善する必要性が高まってきた。そこで店舗数が1000の大台に達するころからInditexは、上述の3つの課題を解決するために次の2つの業務改革を実施した。

①店舗マネージャーが要求する補充量、過去の売り上げ実績、店頭陳列ポリシーを考慮して、各店舗の翌週の売り上げを予測する

②翌週の売り上げ予測に基づき、全店舗の売り上げが最大になるように物流倉庫から各店舗への商品別出荷量を算出する  
各店舗への商品別出荷量を算出するために最適化ソルバーを用いることにした。これにより、サイズの種類が最大で8、常時稼働アイテム数が3000、店舗数が1500という膨大な組み合わせにもかかわらず、最適出荷量を短時間で決定することが可能になった。同時に、店舗が要求する商品補充量が適正かどうかを評価できるようになり、店舗マネージャーの業績評価指標に「補充量の精度」も加えられることになった。

この業務改革プロジェクトの特

徴は、現場による運用を重視した点にある。物流倉庫で出荷量を決定する担当者には数量を修正する余地を残し、同担当者には最適化ソルバーによって算出された出荷量を修正する権限も与えられた。最適化ソルバーの活用だけに頼る機械的な意思決定を避けたことで、最適化技術の活用に対して従業員の理解が得られたとともに、最適化技術活用のノウハウが現場に蓄積されるようになったことも大きなメリットとされる。

## 生産拠点統廃合の最適化事例

Norske Skogは、新聞や書籍の用紙で世界第4位の製紙メーカーであり、2009年には12カ国に16の生産拠点を持っていた。

紙の需要は、先進国では電子媒体の普及により減少する一方、新興国では経済成長により増大する傾向にある。製紙業は資本集約型産業（資本設備への依存度が高い産業）であり、生産ライン1本の新設に約5億ドルもの投資が必要なうえに、その投資の回収には十数年ほどの長期を要する。そのため製紙メーカーにとって、各国・地域の中長期的な需給見通しに応じて世界各地の生産拠点や生産ラ

インを統廃合することは重要な意思決定事項となる。

Norske Skogは、最適化技術を活用して生産拠点の統廃合を決定することにより、年間1億ドル(売上高の3%に相当)のコスト削減に成功したという(『INFORMS Interfaces』2010年1・2月)。

同社の最適化技術活用のきっかけは、2000年に同社が買収したオーストラリアの製紙メーカーA社が、1997年に自社工場の生産計画を最適化技術を活用して立案したことによる。Norske Skogは2003年に、A社の工場の生産計画最適化モデルを欧州にある複数の工場に導入した。

さらに2007年には、グローバル規模での生産能力の過剰により財務体質が悪化していたことから、生産計画最適化モデルを基に、最適化ソルバーを使ってグローバルレベルでの生産拠点統廃合の最適化モデルを開発した。これは300の離散変数(0か1かの変数)、4万7000の連続変数(任意の値を取る変数)、2600の制約条件で構成される大規模なものであった。

長期の投資意思決定では、将来需要のほかに為替レートや原材料価格などの不確実性要素を考慮する必要がある。Norske Skogはこ

れら不確実性要素を組み合わせた複数のシナリオを用意し、最適化ソルバーを活用して閉鎖する生産拠点を決定した。

### ビッグデータへの最適化技術の適用

グローバルレベルのサプライチェーンには、需要の増減や為替レートの変動、税制など、収益を左右する要素が多数ある。これらの不確実性要素を前提として意思決定をする場合、複数のシナリオを想定しておき、そのなかから選択するという方法がよく用いられる。また、サプライチェーンの意思決定では、需要に対して制約のある資源をどう配分するかという最適化の問題が多い。そこで、蓄積された大量のデータ(ビッグデータ)を効率的に分析できる最適化技術が必要になる。

最適化ソルバーは技術革新によって計算速度が画期的に向上している。InditexとNorskeSkogが採用したのは、フランスのILOG(アイログ)の「CPLEX Optimizer(CPLEXオプティマイザー)」であった。2008年にはCPLEX Optimizerの開発者が米国においてGurobi Optimization(グロービ・オプティマイゼーション)を設立

し、CPLEX Optimizerのアルゴリズムを見直して計算処理の高速化を図った「Gurobi Optimizer(グロービ・オプティマイザー)」をリリースした。これにより、CPLEX Optimizerでは計算に8時間を要していた問題をわずか20分程度で解くことができるようになった。高速な最適化ソルバーにより、意思決定をするための選択肢を、同じ時間でより多く検討できるようになったのである。

ビッグデータ時代には、サプライチェーンから一層大量のデータを収集できるようになり、最適化技術を駆使した意思決定の領域がさらに拡大するものと期待される。

### 最適化技術の導入には経営層のリーダーシップが必要

経営者にとって最適化技術はなじみの薄いテーマであるためか、企業の間ではそれほど広く普及していない。INFORMSラウンドテーブル(円卓会議)のメンバーの一人であるSteve Sashihara(スティーブ・サシハラ)氏は、最適化技術の知見を持たない経営者向けに、意思決定への革新的なアプローチ手法を紹介する『The Optimization Edge: Reinventing Decision Making to Maximize

『All Your Company's Assets』（マグロウヒル、2011年）を著した。最適化技術の活用が企業に浸透していないのは日本にかぎったことではないらしい。最適化技術がビジネス分野で普及しない理由として、同書には「自らが下した決定によって成功してきたと信じている経営者が多いこと」が挙げられている。

調達・生産・販売活動がすべて日本国内であるなど、サプライチェーンが比較的狭い範囲で完結していれば、経験と勘に頼る業務であっても支障をきたすことはないかもしれない。しかし、サプライチェーンのグローバル展開が進むと、企業収益は為替レートや原材料価格などの不確実性要素に影響を受けやすくなる。こうなると、規模の拡大や不確実性要素に対応するうえで、経験と勘に頼る業務

は限界を迎える。このとき、ビッグデータや最適化技術をサプライチェーン業務に活用するというイノベーション（技術革新）が必要になる。

このようなイノベーションを成功させるにはトップダウンアプローチが必須である。サプライチェーン業務はさまざまな部門が関係するために個別最適に陥りやすい。Inditexでは最適化技術を活用する業務改革プロジェクトを経営層が統括するなど、企業全体の問題として取り組む姿勢を明確にした。Norske Skogでも副社長が、グローバルに広がったサプライチェーン最適化の必要性を認識したところから生産拠点の統廃合のプロジェクトが始まった。Inditex、Norske Skogともに、経営層の関与が最適化技術活用の成功につながったのである。

経営指標を可視化して意思決定を支援するというもくろみで高額なBI（ビジネスインテリジェンス）ツールを導入したものの、単なる分析ツールにとどまっている事例は非常に多い。ビッグデータや最適化技術などの最新技術を活用することによって価値を生み出すには、それらの技術を企業経営の意思決定に活かすことに関し、経営層がリーダーシップを發揮することが不可欠である。

『ITソリューションフロンティア』  
2012年3月号より転載

---

水谷禎志（みずたにただし）  
ビジネスイノベーション事業部上級コンサルタント

末次浩詩（すえつぐひろし）  
ビジネスイノベーション事業部副主任  
コンサルタント